

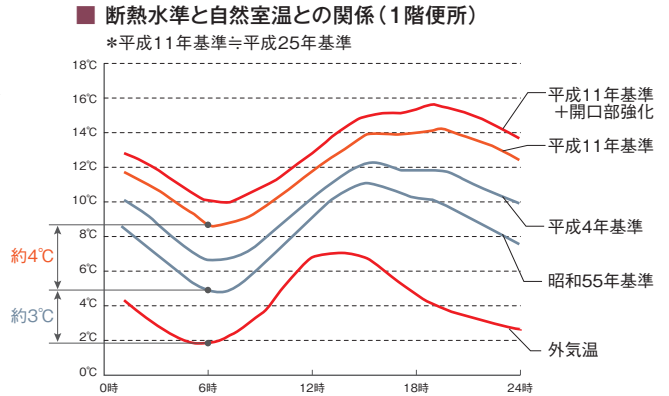
断熱の目的

断熱の目的は自然室温※の維持

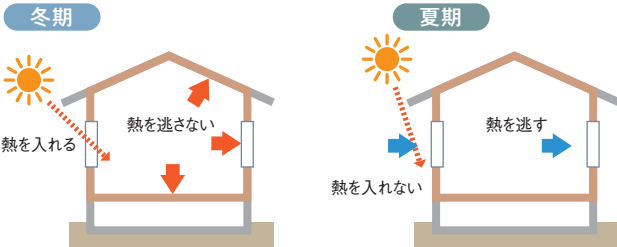
右のグラフは断熱レベルに応じた自然室温の変化を表したものです。断熱レベルを上げることで、より高い室温を維持する事が出来ます。また、自然室温の変化には断熱以外にも、以下の要因があり、これらを合わせて断熱計画をする必要があります。

- ・日射取得熱
- ・換気
- ・漏気(隙間から漏れる空気)
- ・内部発熱(家電機器・人体など)

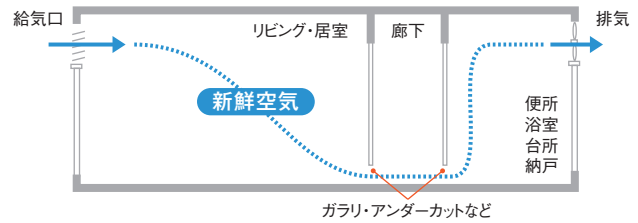
※自然室温:日射取得熱や内部発熱のみによる、暖冷房設備を使わない時の室温。



(出典:自立循環型住宅への設計ガイドライン)



(出典:住宅省エネルギー技術者講習テキスト)

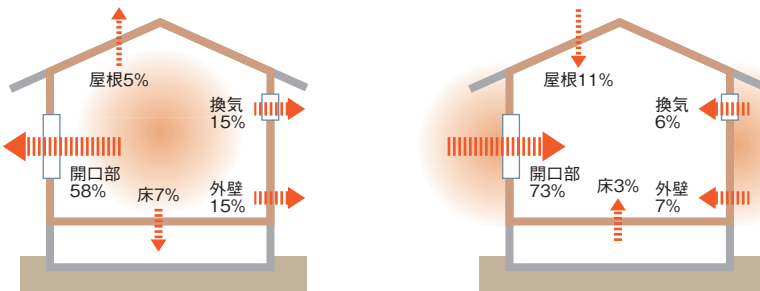


(出典:住宅省エネルギー技術者講習テキスト)

断熱境界を構成する断熱材部分(躯体)と開口部(窓サッシ+ガラス)から、熱が逃げますが、平成4年基準の家では一般的に開口部が半分です(下図)。最近は開口部も性能が向上してきました。ガラスも単板はほとんどなくなりました。窓サッシ(枠)の素材もアルミだけでなく、樹脂や木材製も登場してきました。

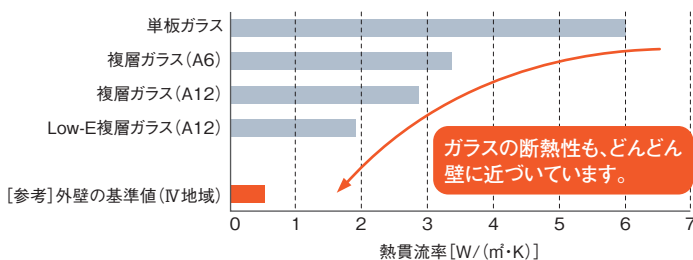
冬の暖房時に外に熱が逃げる割合の例

夏の冷房時に外から熱が入る割合の例

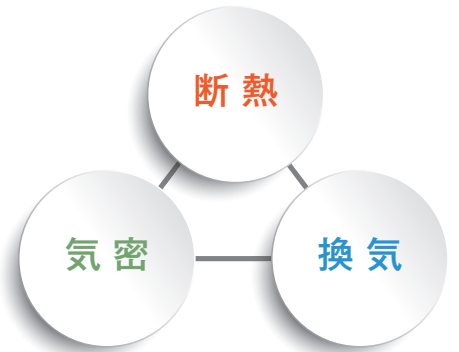


(出典:経済産業省「断熱リフォームで健康で快適な暮らしを」パンフレットより)

窓ガラスの種類別熱貫流率比較の例



(出典:住宅省エネルギー技術者講習テキスト)



断熱設計は、年間を通じて快適な暮らしを自然環境と最低限の電気的エネルギーで実現できるように、「断熱」・「気密」・「換気」をバランスよく配置する事です。

窓サッシの材料の熱伝導率比較の例

材種(窓サッシ)	λ熱伝導率[W/(m·K)]
アルミニウム合金	200.00
PVC(塩化ビニル)	0.17
天然木材	0.12

断熱の効果が高いと「体感温度」が下がります。

「体感温度」は室内温度と室内表面温度の平均値です。室温は低くないのだが、何となく寒く感じるのは、断熱レベルが低く、表面温度が外気温にひっぱられて低下している事が要因です。

「結露」は建築的には、「表面結露」と「内部結露」の二種類があります。空気には水蒸気が含まれており、温度が高いほど多くの水蒸気を含む事が出来ます。最大限に含んだ状態を「飽和状態」と言い、それを越えると「結露」が起こります。石油ストーブにヤカンを載せたりすると室内の水蒸気量が増え、外気で冷えた窓ガラスに表面結露が出来るのがこれです。一次エネルギー消費量の計算プログラムでは一般的な開放型ファンヒーターは商品選択メニューにありません。室内の酸素を消費するので本来は窓の開放が30分毎に必要ですが、それは実用的ではないので、プログラムにはありません。勿論、FF型は室外の空気を使用しますので、プログラムに掲載されています。

水分を含んだ冷気が壁体内に流れると建築躯体内部に結露が起こります。これを「壁体内結露」と言い、躯体を腐朽する原因になります。断熱層の不連続箇所や壁面貫通部などの漏気部分に多いようです。「断熱施工の基本(P.63～参照)」の気密施工が肝要です。

より良い断熱設計をするために、「自立循環型住宅」の手法が参考になります。

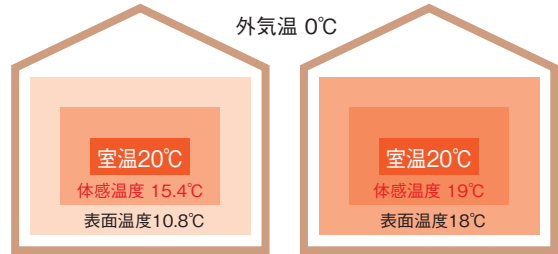
(独立行政法人)建築研究所・他が国土交通省の総合技術開発として、平成13年(2003年)に、はじめた研究です。一次エネルギー消費量の概念を始めて持ち込んだ研究で、2015年に温暖地版が改定され、「建築物省エネ法」との整合が図られました。

テキストは一般には販売されておらずに、講習会開催時に配布されます。現在も各地で講習会が開催されています。詳細はホームページを参照ください。

<http://www.jjj-design.org/index.html>

低い断熱レベルの住宅

高い断熱レベルの住宅

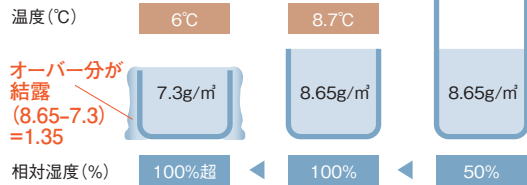


断熱材が入っていないが効果が発揮されない状態 (壁の熱貫流率 4.3W/m²K)

平成11年省エネルギー基準相当 (壁の熱貫流率 0.53W/m²K)

(出典:自立循環型住宅への設計ガイドライン)

■ 結露のメカニズム



(出典:住宅省エネルギー技術者講習テキスト)



内部結露により躯体が腐朽

(出典:住宅省エネルギー技術者講習テキスト)



エネルギー用途	エネルギー標準値	要素技術	エネルギー消費率 (基準値を1.0とした場合)				
			レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
暖房	24.1GJ	断熱外皮計画	1.0	0.8	0.7	0.55	0.35
		日射熱の利用	1.0	0.95	0.9	0.8	0.7
		暖房設備計画(暖房) ※エアコン暖房の場合	1.0	0.95	0.9	0.85	0.7
冷房	3.9GJ	自然風の利用	1.0	0.97	0.96	0.91	
		日射遮蔽手法	1.0	0.8	0.6		
		暖房設備計画(冷房) ※エアコン暖房の場合	1.0	0.95	0.9	0.85	0.85
換気	4.6GJ	換気設備計画 ※ダクト式(二種、三種)の場合	1.0	—	0.85	0.75	0.55/0.45
給湯	25.1GJ	太陽熱給湯	1.0	0.9	0.8	0.7	
		給湯設備計画	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
照明	10.9GJ	昼光利用	1.0	0.98	0.95	0.9	
		照明設備計画	1.0	0.65	0.6	0.55	
家電	17.1GJ	高効率家電機器の導入	1.0	0.8	0.6		
調理	3.9GJ	—	1.0				
合計	89.6GJ						
暖房・換気・給湯	46.6GJ*	屋根空気集熱式ソーラーシステム	1.0	0.9	0.85	0.8	0.75
全体		ユーティリティシステム	1.0	0.9	0.84	0.82	
電力		太陽光発電	削減なし	27.0GJ削減	36.0GJ削減		

*断熱水準をレベル2としたときの暖房・給湯・換気エネルギー消費量の換算値です。

(出典:パンフレット「活かしてください 自立循環型住宅」 (一財)建築環境・省エネルギー機構 (IBEC))

断熱設計の手法(自立循環型住宅の例)

自立循環型住宅の15要素技術の手法と省エネルギー効果

01 自然風の利用・制御

夏期夜間や中間期に外気を取り入れ、室内を涼しく保ちます。

冷房エネルギー ↓ 3~9%

- ①通風経路上の開口部面積の確保
- ②卓越風向に応じた開口部配置
- ③高窓の利用

02 昼光利用

昼間の明るさを室内に採り入れ、人工照明利用を減らします。

照明エネルギー ↓ 2~10%

- ①昼光を直接採り入れ、室内の明るさを確保できる開口部を設置 (採光)
- ②室内の奥に光を導く吹抜け・欄間・反射可能な軒裏などを設置 (導光)

03 太陽光発電

日中に太陽光で発電を行い、消費する電力を自己生産します。

電力(年間一次エネルギー削減量) ↓ 27.0~36.0GJ
(東京・太陽電池モジュールの容量 3kW程度~4kW程度の場合)

○南面主体に太陽電池モジュールを設置

04 日射熱の利用

冬期に開口部から日射熱を取得し、暖房に利用します。

暖房エネルギー ↓ 5~30%

- ①日照のある時間帯に集熱する開口部の窓付属部材をなくす
- ②床・壁・天井などの材料の蓄熱容量を調整
- ③開口部を大きくして南面に向け、日射取得に適したガラスを使用

05 屋根空気集熱式ソーラーシステム

太陽熱で温められた暖気を暖房、給湯に利用します。

暖房・給湯・換気エネルギー計 ↓ 10~25%

- ①集熱部・搬送部・蓄熱部を適正に計画
- ②取得熱(中間期・夏期)や暖房余剰熱(冬期)を給湯に利用
- ③24時間換気と連動する機能を付加
- ④太陽光発電を搬送動力源に利用

06 太陽熱給湯

太陽熱を利用した給湯システムを導入します。

給湯エネルギー ↓ 10~30%

- ①ソーラーシステムを採用
- ②集熱部の面積を確保し、適正な方位・傾斜角で設置
- ③補助のガス・石油給湯機との適正な接続

07 断熱外皮計画

断熱化をはかり、自然室温を維持して適時適温を実現します。

暖房エネルギー ↓ 20~65%
(居室間歇暖房の場合)
↓ 25~70%
(住戸連続暖房の場合)

○断熱方法・断熱材の選定
○断熱性能の検討(部位バランス型・躯体増強型・開口部増強型)
○適切な防露措置・断熱材の施工・気流止めの設置

08 日射遮蔽手法

夏期や中間期に室内に侵入する日射を遮り涼しく保ちます。

冷房エネルギー ↓ 20~40%
(居室間歇暖房の場合)
↓ 20%
(住戸連続暖房の場合)

- ①開口部の日射遮蔽に効果のあるガラスの選択、ブラインド・庇などの設置
- ②小屋裏換気量の増加や屋根の通気措置
- ③外壁の日射反射率の向上や通気措置
- ④外部床の照り返し防止や庭木の利用

09 暖冷房設備計画

暖冷房設備機器を適切に選定、配置します。

暖房エネルギー ↓ 5~15(10)%
(エアコン(温水暖房))
冷房エネルギー ↓ 5~15%
(エアコン)

- ①高効率な機器を採用
- ②エアコンの機器容量を適切に設定
- ③温水暖房の放熱率や放熱面積を確保し、配管を断熱
- ④冷房期に扇風機・天井扇を利用

10 換気設備計画

生活や計画に合う換気システムを選択し、効率を高める工夫をします。

換気エネルギー ↓ 5~55%

- ①ダクト式換気の圧力損失低減のためのダクトの径・配置の適正化
- ②高効率モーターやファンの導入
- ③熱交換型換気システムの効率的運転
- ④温度差利用型ハイブリッド換気

11 給湯設備計画

高効率な給湯機を選定し、各部の設計・工法を工夫します。

給湯エネルギー ↓ 10~40%

- ①高効率給湯機の導入
→潜熱回収型ガス・石油給湯機、自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機等
- ②配管の短縮化・管径の最小化や保温
- ③節湯に有効な水栓や浴槽の採用

12 照明設備計画

適切な照明配置を行い、ランプ・器具を選択します。

照明エネルギー ↓ 35~45%

- ①消費電力量の少ない高効率なランプや照明器具を採用
- ②調光や点灯の制御システムを導入
- ③部屋の用途や行為に応じて、一室一灯と多灯分散の照明方式を使い分け

13 高効率家電機器の導入

家電の買い換え時などに、省電力化された機器を選定します。

家電エネルギー ↓ 20~40%

○消費電力量が大きな家電に省エネルギーな製品を選択(冷蔵庫、テレビ、温水暖房便座など)

14 コージェネレーションシステムの導入

システム発電時の排熱を給湯や床暖房に利用し効率を高めます。

家庭全体のエネルギー ↓ 10~18%
(居室間歇暖房の場合など)

○ガスの供給網、家族構成や住まい方に適した機器を選択
→ガスエンジンシステム
燃料電池システム

15 水と生ゴミの処理と効率的利用

水の有効利用と排水・生ゴミの効果的な処理をはかります。

水 ↓ 30% (洗濯機)
↓ 33% (大便器)
↓ 67% (食器洗浄機)
節水型機器による節水率を示す

- ①節水型の大便器や洗濯機などを採用
- ②雨水・排水再利用システムを採用
- ③雨水浸透槽や透水性舗装を採用
- ④コンポストやディスポーザなどを採用し、家庭から出る生ゴミを減量化

15種類の要素技術について、省エネルギー効果のある設計手法・配慮事項と一次エネルギー消費量の削減率(エネルギー削減率)を示します。エネルギー削減率は、立地条件や設計手法の採用のしかたにより異なるため、範囲で表しています。各エネルギー削減率は、右記の条件の住宅を対象として計算した結果に基づいています。

- 建設地域：比較的温暖な地域(省エネルギー基準による地域区分の6地域)
- 住宅の建て方：一戸建ての住宅
- 住宅の工法：木造住宅(伝統的工法による住宅も含む)

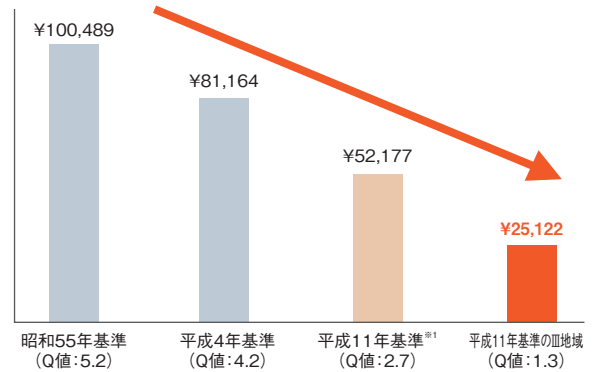
断熱の効果

断熱の効果(エネルギー料金)

断熱の効果はエネルギー使用量の低減に顕著に現れます。右のグラフは近畿大学の岩前研究室の試算ですが、昭和55年基準・平成4年基準・平成11年基準^{※1}・平成11年基準以上(推奨)の断熱レベルの建物の各々の電気代が比較されています。同様に下の表は国土交通省が公表している暖冷房費の比較です。東日本大震災以前のもので、金額差は今後増加すると予想されます。

■ Q値と年間暖冷房費の比較

(出典:近畿大学 岩前研究室)



■ 省エネルギー基準ごとの断熱仕様と年間暖冷房エネルギー消費量の比較

		昭和55年以前	昭和55年基準	平成4年基準	平成11年基準 ^{※1}	
仕様基準	性能基準	熱損失係数	5.2W/(㎡K)以下	4.2W/(㎡K)以下	2.7W/(㎡K)以下	
	断熱材(外壁)	断熱材(外壁)	なし	ロックウール30mm	ロックウール50mm	ロックウール92mm
		断熱材(天井)	なし	ロックウール40mm	ロックウール75mm	ロックウール155mm
開口部(窓)		アルミサッシ+単板	アルミサッシ+単板	アルミサッシ+単板	アルミ二重サッシ又はアルミサッシ+複層ガラス	
年間暖冷房費 ^{※2}		約133,000円/年	約92,000円/年	約75,000円/年	約52,000円/年	
年間暖冷房エネルギー消費量 ^{※2}		約56GJ	約39GJ	約32GJ	約22GJ	

※1 平成11年基準≒平成25年基準

※2 一定の仮定をおいて、国土交通省において試算。

(出典:国土交通省)

断熱の効果(税制上の支援措置)

*平成26年度 税制改正に基づく内容です。

	一般住宅	認定長期優良住宅	認定低炭素住宅																														
所得税 ^{※1} (住宅ローン減税)	<table border="1"> <tr> <th>居住開始年</th> <th>控除対象限度額</th> <th>控除率</th> <th>控除期間</th> <th>最大控除額</th> </tr> <tr> <td>平成26.4 ~平成29.12</td> <td>4000万円</td> <td>1.0%</td> <td>10年間</td> <td>400万円</td> </tr> </table>	居住開始年	控除対象限度額	控除率	控除期間	最大控除額	平成26.4 ~平成29.12	4000万円	1.0%	10年間	400万円	<table border="1"> <tr> <th>居住開始年</th> <th>控除対象限度額</th> <th>控除率</th> <th>控除期間</th> <th>最大控除額</th> </tr> <tr> <td>平成26.4 ~平成29.12</td> <td>5000万円</td> <td>1.0%</td> <td>10年間</td> <td>500万円</td> </tr> </table>	居住開始年	控除対象限度額	控除率	控除期間	最大控除額	平成26.4 ~平成29.12	5000万円	1.0%	10年間	500万円	<table border="1"> <tr> <th>居住開始年</th> <th>控除対象限度額</th> <th>控除率</th> <th>控除期間</th> <th>最大控除額</th> </tr> <tr> <td>平成26.4 ~平成29.12</td> <td>5000万円</td> <td>1.0%</td> <td>10年間</td> <td>500万円</td> </tr> </table>	居住開始年	控除対象限度額	控除率	控除期間	最大控除額	平成26.4 ~平成29.12	5000万円	1.0%	10年間	500万円
居住開始年	控除対象限度額	控除率	控除期間	最大控除額																													
平成26.4 ~平成29.12	4000万円	1.0%	10年間	400万円																													
居住開始年	控除対象限度額	控除率	控除期間	最大控除額																													
平成26.4 ~平成29.12	5000万円	1.0%	10年間	500万円																													
居住開始年	控除対象限度額	控除率	控除期間	最大控除額																													
平成26.4 ~平成29.12	5000万円	1.0%	10年間	500万円																													
所得税 ^{※2} (投資型減税)	—	標準的な性能強化費用相当額(H26.4からは上限650万円)の10%相当額を、その年の所得税から控除 ^{※3}	H26.4から適用 標準的な性能強化費用相当額(上限650万円)の10%相当額を、その年の所得税から控除																														
登録免許税	税率の軽減 ①保存登記 1.5/1000 ②移転登記 3.0/1000	税率の軽減 ①保存登記 1.0/1000 ②移転登記 戸建て 2.0/1000 マンション 1.0/1000	税率の軽減 ①保存登記 1.0/1000 ②移転登記 1.0/1000																														
不動産取得税	課税標準から1200万円控除	課税標準から1300万円控除	一般住宅と同じ																														
固定資産税	[一戸建て] 1~3年目 1/2軽減 [マンション] 1~5年目 1/2軽減	[一戸建て] 1~5年目 1/2軽減 [マンション] 1~7年目 1/2軽減	いずれも一般住宅と同じ																														

※1 控除額が所得税を上回る場合は翌年度の個人住民税額から控除(最高13.65万円)

※2 控除額がその年の所得税額を超える場合は、翌年分の所得税から控除

※3 H26.4からは減税額の算定基礎となる㎡単価(かかり増し費用)を引き上げ

(注) 認定長期優良住宅・認定低炭素住宅に係る所得税の特例は、※1と※2の選択制

断熱の効果(健康)

記載のグラフは近畿大学岩前研究室の調査資料です。

グラフ①は厚生労働省の人口動態統計等を基に岩前研究室でまとめたものですが、近年交通事故での死亡者より家庭内での事故の死亡者が多くなってきています。それもグラフ②の「月別死亡率の変遷」を見ると冬季に顕著に多く、入浴中心肺停止状態(CPA)発生の実態は年間17,000人(東京都健康長寿医療センター研究所調査)を超えるとのことです。

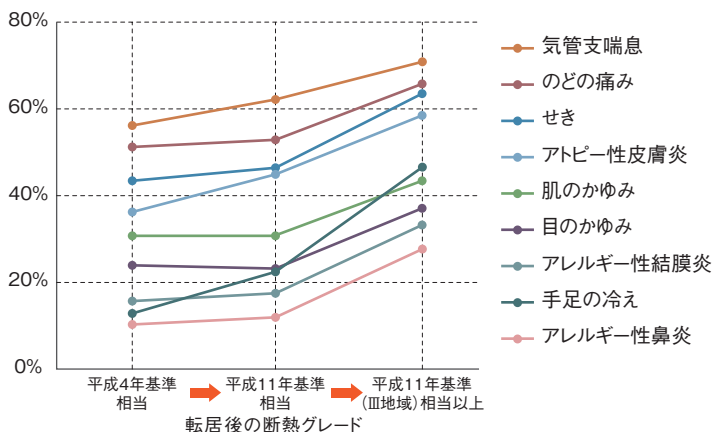
この結果から、住宅の断熱レベルのアップを建築家だけでなく医学会からも提言され、高齢になっても地域で元気に暮らせる社会を実現する「スマートウェルネス住宅」の奨励が各地で始まってきております。

グラフ③は冬季の寝室の平均気温を都市別にプロットしたものです。大半が12℃を下回っています。深夜から早朝にかけては相当低温になっていることが予測されます。

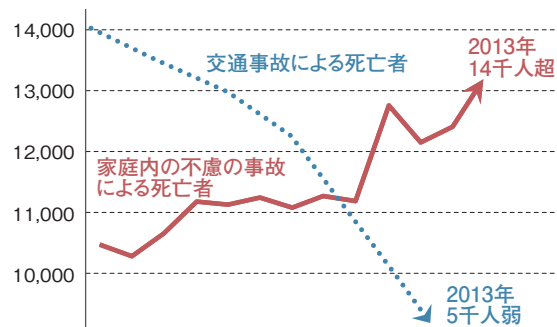
人体に深刻なリスクが現れるのが16℃、高齢者の低体温症が現れるのが10℃と言われており(グラフ④参照)、断熱レベルのアップは人体に関わる大きい問題になりつつあります。

グラフ⑤は断熱レベルの高い住宅へ転居された方へ、その後の疾病改善度合いを聞き取り調査したものです。断熱のレベルアップは疾患の改善にも効果があり、特に手足の冷えやアトピー性皮膚炎、アレルギー性結膜炎などに良化がみられます。

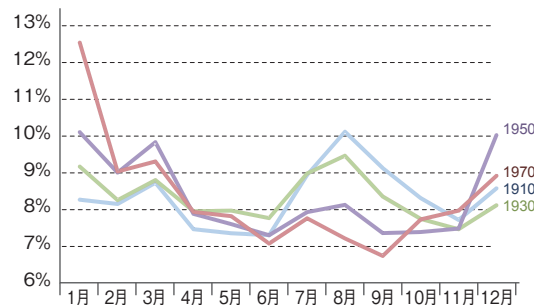
⑤ 住宅の断熱レベルと疾病の改善度合い



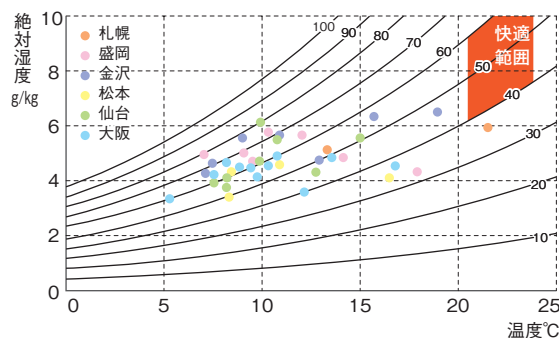
① 家庭内事故による年間死亡者数



② 月別死亡率の変遷



③ 冬季の寝室の平均温度(1・2月)



④ 「過度な寒さ」のリスク



*室温が18℃より下がらないと一般には寒さを感じない。

(図①～⑤出典:近畿大学 岩前研究室)